Die Entwickelung der Lehre über die Sexualität der Pflanzen.

Dissertation

von

Dr. H. Suhr.

Göttingen.

Druck der Gebrüder Hofer.

1873.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41553624_0191

Die Entwickelung der Lehre über die Sexualität der Pflanzen.

So allgemein gegenwärtig selbst unter den Laien die Anschauung herrscht, dass bei den Pflanzen Vorgänge stattfinden, welche der thierischen Zeugung wenn nicht völlig gleich, doch analog sind, so ist diese Anschauung doch erst ein Product der Neuzeit, und erst der allerneuesten Zeit ist es vorbehalten gewesen, richtige Vorstellungen von den eigentlichen Vorgängen und deren Bedeutung zu gewinnen.

Dem Alterthum war die ganze Anschauung ganz unbekannt, wenn gleich bereits bei Herodot, Theophrast, Plinius Thatsachen erwähnt werden, welche durch geschlechtliche Vorgänge ihre Erklärung finden, z. B. die Bestäubung der weiblichen Dattelpalmen durch Zweige des männlichen Baums und die s. g. Caprification des Feigenbaums, Thatsachen, auf welche ich später zurückkommen werde.

Auch das Mittelalter war gänzlich über die Geschlechtsvorgänge der Pflanzen in Unkenntniss. Freilich finden sich in den alten Chronikenbüchern des 16. und 17. Jahrhunderts Ausdrücke, welche eine, wenn auch unklare Vorstellung von der Thatsache anzudeuten scheinen, indem einige Pflanzen als Männchen, andere nahe verwandte als Frauen bezeichnet werden; so Anagallis phoenicea als Mann, A. coerulea als Frau, ähnlich bei Lorbeer- und Wollkrautarten. Sehen wir jedoch näher zu, so finden wir, dass durch diese Bezeichnungen ein eigentlicher Geschlechtsunterschied nicht hat ausgedrückt werden sollen, sondern dass jene Benennungen nur spielende Vergleiche sind, die aus dem Thierreiche genommen und Eigenschaften hervorheben, die bald das männliche, bald das weibliche Geschlecht auszeichnen, z. B. der kräftige Wuchs, die mehr leuchtenden Farben u. s. w.

Die erste Ansicht von einem zweifachen Geschlechte der Pflanzen findet sich bei Nehemias Grew, Sekretär der Londoner Societät der Wissenschaften, in dessen 1682 zu London erschienenem Werke: Anatomy of plants. Er selbst hatte die Idee von einem Professor in Oxford entlehnt. Seit dieser Zeit sind am Ende des 17. und im Laufe des 18. Jahr-

hunderts von namhaften Botanikern zahlreiche Beobachtungen angestellt, um die Lehre vom Geschlechte der Pflanzen zu prüfen.

Zu nennen sind besonders:

Rudolph Jacob Camerarius, vorzüglich dessen Schrift: „Epistola de sexu plantarum, Tübingen 1694," an Valentin gerichtet, in welcher die von Grew dunkel vorgetragene, später von Jacob Bobart und Joh. Ray bereits bestätigte Lehre umständlich erörtert wurde. Nach ihm beschäftigten sich damit ferner:

Joh. Georg Gmelin (Sermo de novorum vegetabilium post creationem exortu. Tübingen 1749.)

Samuel Morland.

Stephan Franz Geoffroy.

Sebastian Vaillant, (Discours sur la structure des fleurs. Leyden 1718—28), welcher die Ansichten der Vorgenannten zu widerlegen suchte.

Joh. Gottlieb Gleditsch.

Joh. G. Koelreuter. Vorläufige Nachricht von einigen das Geschlecht der Pflanzen betr. Versuchen. Leipzig 1761. Fortsetzung 1763. 2. Fortsetzung 1765.

Friedr. v. Gleichen. Das Neueste aus dem Pflanzenreiche. Nürnberg 1763.

Caspar Fr. Wolf. Theoria generationis. Halle 1774.

Bernh. de Jussieu.

Sie alle gelangten dahin, dass sie die Lehre von einem männlichen und weiblichen Geschlechte der Pflanzen als völlig sicher annahmen.

Ein italiänischer Botaniker, Lazare Spallanzani, wollte freilich durch Versuche ermittelt haben, dass auch ohne Bestäubung reife Samen entwickelt werden könnten und legte seine Resultate in einem Werke vor, was 1776 in Modena erschien.

Schon im Anfange des vorigen Jahrhunderts hatte die Lehre derartig Eingang gefunden, dass Linné schon 1735 sein auf die Geschlechtsunterschiede gebautes System, das sog. Sexualsystem, gründen konnten; ein System, welches seitdem lange Zeit hindurch die Wissenschaft beherrscht hat und erst in neuerer Zeit durch sog. natürliche Systeme verdrängt ist. Während Linné sein System nur auf äussere Merkmale basiren konnte und nach der verschiedenen Zahl, Bildung und Verbindung der Staubgefässe, sowie nach der Vertheilung der Geschlechtsorgane sämmtliche Pflanzen eintheilte, sind die natürlichen Systeme, die in Jussieu, de Candolle und Endlicher ihre Begründung gefunden, synthetischer Art, berücksichtigen aber schon mehr die anatomische

Beschaffenheit der Pflanzen. Wenn es genannten 3 Forschern auch noch nicht gelungen ist, die Familien zu einem tadellosen natürlichen Systeme zusammenzustellen, so ist ihr Verdienst doch immer sehr hoch zu schätzen. Seit es gelungen ist, mit Hülfe der Paläontologie, Anatomie und Ontogenie die Entwickelungs-Geschichte der Pflanzen zu erforschen, haben ihre Systeme natürlich Veränderungen erleiden müssen, und dass die Aufstellung eines Systems noch nicht als abgeschlossen anzusehen ist, beweisen die Lehrbücher der Botanik, die in der Systematik mehr oder minder von einander abweichen. Ich kann mir nicht versagen die allgemeinen Grundzüge des Linné'schen Systems näher anzudeuten. Zu dem Ende, sowie zum Verständniss des Folgenden werde ich ein ungefähres Bild über den Bau der Pflanzenblüthen geben, wobei ich zunächst nur diejenige Gruppe ins Auge fassen will, in welcher ein zweifaches Geschlechtsorgan sich deutlich erkennen lässt, und die man daher seit Linné als Phanerorganen bezeichnet hat.

Beachtet man die Pflanzenmetamorphosen, so findet man, dass, so verschieden auch die einzelnen Theile der Blüthe auf den ersten Blick von den übrigen Theilen der Pflanze, den Laubblättern und Stengelgliedern, zu sein scheinen, die Blüthe dennoch nichts Anderes enthält, als die in einer Knospe überhaupt enthaltenen Theile, nämlich verschiedene Blattorgane und Stengelglieder, welche allerdings eine besondere Modification und Gestaltung erfahren haben. Das in ihr enthaltene Axenorgan ist meist sehr verkürzt und oft wenig deutlich, daher die Blüthe oft beschrieben ist als eine Art Blattrosette, als die Anhäufung von mehreren meist 4 Wirteln blattartiger Organe, welche dicht übereinander um eine Axe gestellt sind und zwar derart, dass die Internodien der Axe fast oder ganz ununterscheidbar sind. Die Beschreibung ist insofern schon nicht genau zutreffend, da wir es selten mit eigentlichen Blattwirteln zu thun haben, vielmehr die blattartigen Organe desselben Blattkreises nicht genau in derselben Höhe an der Axe befestigt sind, auch die Endigung der Axe selbst hierbei keine Beachtung gefunden hat.

Von den blattartigen Theilen der Blüthe unterscheiden wir den äussersten, meist grün gefärbten und den Laubblättern ähnlichsten, welcher der noch unentwickelten Blumenknospe als äussere Hülle dient, und auch der entwickelten Blume in der Regel noch anhaftet, als Kelch (Calyx). Weiter nach innen folgt zunächst der aus einem oder mehreren Blättchen bestehende Kreis, die Blumenblätter (Corolla), welche durch die bunte Färbung, Grösse und Gestalt regelmässig am meisten in die Augen fällt.

Weiter nach innen folgt als dritter Kreis der der Staubfäden (Stamina), welche schon weniger ihren blattartigen Ursprung verrathen durch ihre Gestalt. Selten flach ausgebreitet, sondern schmal zungenförmig erheben sich ihre Körper in meist weisser oder gelber Färbung und tragen an ihrer Spitze oder in der Nähe derselben seitlich angeheftete kleine Beutel mit 1 oder 2 Fächern, die im Zustande der völligen Entwickelung mit kleinen dem blossen Auge staubartig erscheinenden Körperchen ausgefüllt sind, und welche letzteren sich dem bewaffneten Auge als einfache Pflanzenzellen darstellen. Diesen Blüthenstaub, Pollen genannt, betrachtet man als das befruchtende männliche Princip enthaltend.

Endlich treffen wir im Innersten der Blumen einen oder mehrere Körper von meist grüner Farbe und sehr verschiedener Gestaltung, welche diejenigen Körperchen einschliessen, die sich später zum Samen entwickeln und als Eikörper (Ovula) bezeichnet werden. Den ganzen innersten Centralkörper nennt man Stempel und erblickt in demselben das weibliche Organ der Blume. Man kann sich denselben zusammengesetzt denken aus Blättchen (Frucht- od. Carpellblättchen), welche lockerer oder fester vereinigt die äussere Hülle des Organs und oft auch dessen innere Scheidewände, wenn deren vorhanden, bilden; obgleich eine solche Verwachsung nicht immer erkennbar bleibt, vielmehr ein ringsumschlossenes solides Gehäuse vorhanden ist.

Die Eichen sitzen im Innern des Stempels, der sog. Fruchtknotenhöhle entweder den Wandungen des Gehäuses oder der im Innern verlängerten Axe der Blüthe an. Der Stempel ist mit der sog. Narbe gekrönt, drüsigen Anschwellungen oder Ausbreitungen von verschiedener Form, meist mit feinen Haaren oder Papillen besetzt, welche dazu bestimmt sind, den auf sie übertragenen Pollen festzuhalten. Oft sitzt diese Narbe dem Stempel unmittelbar auf, oft mittelst einer stielförmigen Verlängerung, dem Griffel. Solche Narben und Griffel sind oft mehrere vorhanden, und man sieht die Griffel als verlängerte Spitzen der Carpellblätter an.

Nicht immer sind alle diese Blüthentheile in einer Blume vorhanden. Oft fehlt der Kreis der Kelchblätter, oft der der Blumenblätter, der Staubfäden oder der Pistille oder doch die Carpellblätter, so dass die Samenknospe nackt erscheint (Gymnospermen).

Die Zahl der in jedem Kreise vorhandenen Organe ist sehr verschieden, indem sie oft in einfacher Zahl vorhanden oder doch in eins verwachsen sind, oft in grösserer Zahl sich finden. Doch steigt nur im Kreise der Staubfäden die Zahl auf eine beträchtliche. Die Zahlenverhältnisse der

Blüthenhülle erscheinen auch nicht regellos, vielmehr herrscht bei der Classe der Monocotylen die Dreizahl, bei den Dicotylen die Fünfzahl oder ein Vielfaches dieser Zahlen vor, und man ist, wo andere Zahlenverhältnisse vorkommen, mit mehr oder weniger Glück bemüht gewesen, die Abweichungen durch Verkümmerungen oder Vervielfältigung einzelner Blüthentheile zu erklären.

Ausser den bereits genannten Blüthentheilen stellte man früher noch die sog. Nectarien als besondere auf. Man versteht darunter diejenigen Theile der Blüthe, welche mittelst Drüsen eine honigartige, klebrige Feuchtigkeit, den sog. Nectar, ausscheiden. Diese Nectarien zeigen sich in sehr verschiedener Form, entweder als einfache Drüsen an der Basis der Carpelle oder der Staubfäden oder der Blumenblätter. Nicht selten sind es drüsige Protuberanzen der Blüthenaxe zwischen der Insertion der Staubfäden und Blumenblätter. Oft verwandelt sich zur Aussonderung des Nectars eines der Organe, Blumenblatt, Staubfaden etc. zu oft wunderbar gestalteten Aussackungen, Sporen und kapuzenförmigen Bildungen. Die Nectarien werden jetzt nicht mehr als ein morphologisch bestimmtes Glied der Blüthe betrachtet, indem fast jeder beliebige Blüthentheil als Nectarium fungiren kann, und ich erwähne sie nur, da ich später anführen werde, welche wichtige Rolle ihnen bei der Befruchtung der Pflanzen zugewiesen ist.

Linné's System scheidet zunächst diejenigen Pflanzen, bei welchen die vorher als männliche und weibliche Geschlechtsorgane bezeichneten Theile deutlich erkennbar sind, von der ganzen Gruppe der Pflanzen, bei welchen deutliche Geschlechtsorgane der beschriebenen Art nicht erkennbar sind. Letztere, welche er Cryptogamen nannte, stellte er in seine 24. Classe zusammen, während die vorhergehenden 23 Classen die Phanerorganen umfassen. Bei diesen schied er Hermaphroditen von den diklinischen Pflanzen. Jene umfassen die Classe 1 bis 20, letztere die 21., 22. und 23. Classe, indem bei ihnen wieder unterschieden ist, ob die Geschlechter in verschiedenen Blüthen derselben Pflanze vorkommen (Monoecia) oder auf verschiedene Pflanzen vertheilt sind (Dioecia). Zu fernerer Unterscheidung der Pflanzen zog er den Umstand herbei, ob die Staubfäden sämmtlich unverbunden und frei neben einanderstehen oder verwachsen sind, sei es miteinander durch ihre Filamente, sei es mittelst der Antheren oder mit den Pistillen selbst. Erst in letzter Linie hat er die Anzahl der Staubfäden und Griffel zur Bildung von Classen, sowie zur Bildung von Ordnungen innerhalb der Classen benutzt.

Die Lehre vom Geschlechte der Pflanzen, wie sie von

den Botanikern des vorigen Jahrhunderts begründet wurde, stützt sich auf Thatsachen, deren Beweiskraft nicht abzuweisen ist, obgleich es derzeit noch nicht gelingen konnte, bei der mangelhaften Kenntniss des inneren Baues der Gewächse, die eigentlichen Vorgänge der Befruchtung genau zu erkennen, ja sogar völlig verkehrte Vorstellungen mit unterliefen.

Folgende beobachtete Thatsachen wurden als beweisend angeführt:

1. Man nahm wahr, dass die Befruchtung der Pflanzen nicht stattfand, wenn die Staubfäden aus den Blüthen entfernt wurden; Versuche, die Camerer bei Ricinus communis, Brodly bei Tulpen anstellten.

2. Man bestäubte die Narben diöcischer Pflanzen mit dem Pollen der männlichen Blüthen und erzielte dadurch Befruchtung.

Schon Herodot*) und Theophrast berichten Thatsachen, dass die Palmfrüchte durch Aufhängen von Zweigen des männlichen Baumes in der Fruchtlage zur Reife gebracht worden. Dass Herodot schon eine Ahnung der Wahrheit gehabt, könnte daraus entnommen werden, dass er bereits den Palmbaum, von welchem die aufgehängten Zweige entnommen wurden, als männlichen nach dem Sprachgebrauch der Hellenen bezeichnete. Gleichwohl wird dies dadurch ungewiss, dass er ihm Früchte zuschreibt und die Ursache der Befruchtung darin setzt, dass, gleich wie bei der weiter unten zu beschreibenden Caprification des Feigenbaums, Insecten von den männlichen Zweigen in die Dattelfrüchte einschlüpfen, und er somit irrigerweise 2 ganz verschiedene Vorgänge zusammenwirft.

Einige Botaniker nahmen bei diöcischen Palmen Versuche vor. So hing Gleditsch im April 1749 die männlichen Blüthen von Chamaerops humilis, einer kleinen, auch im südlichsten Europa heimischen Palme, welche er aus Leipzig zugesandt erhalten, über die Blüthentraube eines weiblichen Exemplars, welches sich im botanischen Garten zu Berlin befand und vorher 30 Jahre lang stets geblüht, aber nie Früchte getragen hatte. Er erhielt jetzt über 100 reife Früchte und wiederholte den Versuch 1750 und 1751 mit gleich glücklichem Erfolge. Als 1752 kein männlicher Fruchtzweig übergehängt wurde, blieb die Palme wieder unfruchtbar. Koelreuter schickte 1767 den zu Carlsruhe gesammelten Blumenstaub von Chamaerops humilis nach Berlin und Petersburg und an beiden Orten wurde durch

*) Herodot I, 193.

die Bestäubung der weiblichen Pflanze Befruchtung erzielt. Auch beim Mastixbaum nahm Gleditsch 1747 den Versuch vor, indem er einen männlichen Zweig über den weiblichen hängte. Die Früchte wurden nun an denjenigen Zweigen reif, über welchen der männliche gehangen hatte, die übrigen brachten keine Frucht. Willdenow liess die Narbe von Abroma angustum mit dem Pollen der männlichen Blume bestreichen und erhielt Frucht.

3. Eine wichtige Entdeckung war es ferner, dass der Blumenstaub von einer Blüthe zur anderen durch äussere Veranlassung übertragen wird und befruchtend wirkt. Eine schon sehr lange bekannte Thatsache ist die Caprification des Feigenbaums, die schon Herodot, Theophrast und Plinius erwähnen und von Koelreuter und Sprengel bestätigt wurde. Bekanntlich besteht die sog. Frucht der Feige aus dem fleischig verdickten birnförmigen Ende eines Zweiges, welches sich innen vertieft, und dessen oberen Ränder mit einander verwachsen. Rings an den Wandungen des inneren Hohlraumes befinden sich kleine unscheinbare Blüthen weiblichen Geschlechts, männliche Blüthen von ungeheurer Anzahl im oberen Theile in der Nähe der Verwachsungsstelle. Sie sind besonders sparsam in den cultivirten Feigen vorhanden und fehlen oft ganz. Um die cultivirten Feigen zu zeitigen und das Abfallen der Spätfrüchte zu hindern, ist es seit alter Zeit gebräuchlich gewesen, Blüthenzweige des wilden Feigenbaums in den cultivirten Stämmen aufzuhängen. Die wilden Feigen werden nun von einer besonderen Art Schlupfwespe heimgesucht und durchbohrt. Dieses Insect greift auch den zahmen Feigenbaum an, wenn die damit behafteten Zweige des wilden Feigenbaums in seine Nähe kommen. Dies den bezeichneten Zweck erfüllende Verfahren wird als Caprification schon von Plinius bezeichnet, obgleich der Zusammenhang zwischen Ursache und Erfolg nur darin gesetzt wurde, dass durch die Stiche der Insecten Oeffnungen entstehen, welche der Sonne und Luft Eingang in das Innere eröffnen. Der wahre Zusammenhang wird aber in Folgendem bestehen: Indem das Insect die zahmen Feigen anbohrt und in sie eindringt, überträgt es den Blumenstaub der wilden Feige auf die weiblichen Blumen der cultivirten und bewirkt ihre Befruchtung. Diesen Antheil, welchen die Insecten an der Befruchtung nehmen, hob zuerst Chr. Conr. Sprengel in seiner Schrift: „Das entdeckte Geheimniss der Natur im Bau und der Befruchtung der Blumen, Berlin 1793“ hervor, indem er namentlich darzuthun suchte, dass die honigsuchenden Insecten, indem sie die Narben der Blumen aufsuchen, beim Einkriechen den Blumenstaub an ihren meist

mit Haaren besetzten Körper abstreifen und ihn auf die Narben anderer Blüthen wiederum absetzen.

Dass auch der Wind Antheil an der Befruchtung habe und den verstäubenden Pollen von einer Blüthe zur andern trage, suchten Camerer und Geoffroy durch Versuche beim Bingelkraut darzuthun. Weibliche Bingelkraut-Pflanzen, welche mit männlichen in demselben Garten jedoch nicht in unmittelbarer Nähe gezogen wurden, brachten reife Samen.

Auch B. de Jussieu beobachtete, dass Pistacia Terebinthus fruchtbar wurde, als ein männliches Exemplar in denselben Garten gesetzt wurde, während er früher unfruchtbar gewesen war und nach Entfernung des männlichen Exemplars wieder unfruchtbar wurde.

4. Eine wichtige Bestätigung erhielt die Lehre durch die Versuche Koelreuters, (Vorläufige Nachricht von einigen das Geschlecht der Pflanzen betr. Versuchen 1761), durch welche festgestellt wurde, dass verschiedene Pflanzenarten mit einander Bastarde zu bilden fähig seien. Indem er auf die Narbe der Nicotiana rustica den Blumenstaub der N. paniculata brachte, erhielt er Samen, aus denen eine zwischen beiden Arten stehende Mittelform hervorging.

5. Auch der Umstand erschien von Wichtigkeit, dass man bei einer Anzahl Pflanzen wahrnahm, dass die als männlich und weiblich angesehenen Organe zur Zeit ihrer völligen Entwickelung eine Neigung zur gegenseitigen Berührung verrathen.

Die bei Entfaltung der Blume eingerollten oder hinabgekrümmten Filamente richten sich auf und kommen bei der Bestäubung über die Narbe zu stehen, andererseits breitet die anfänglich zusammengefaltete Narbe sich aus gleichsam zur Aufnahme des Pollens. Bekannt ist ferner, dass einige Pflanzen, z. B. Berberis, sog. reizbare Staubfäden haben und bei der geringsten Berührung emporschnellen und der Narbe angedrückt werden, dass ferner andere Staubfäden aus einer ausgebreiteten Lage sich einer nach dem andern allmählich der Narbe nähern.

Alle diese Thatsachen schienen die Lehre vom Geschlechte der Pflanzen unwiderleglich darzuthun. Da erregte der Heidelberger Professor Franz Joseph Schelver i. J. 1812 den Streit von Neuem. In seinem Werke: „Kritik der Lehre von den Geschlechtern der Pflanzen“ suchte er die aufgestellte Lehre, vorzüglich auf Spallanzani's Versuche gestützt, zu widerlegen. Er bestritt die Beweiskraft der nicht abzuleugnenden Thatsachen, suchte sie in anderer Weise zu erklären und stellte ihnen Spallanzani's Versuche entgegen, welcher bei einigen Pflanzen, z. B. Hanf, von sorgfältig vor

der Befruchtung geschützten Exemplaren reife Samen erhalten haben wollte. Er kam zu dem Resultate: „Wolle man auch die allgemeine Nothwendigkeit der Bestäubung zugeben, so werde durch sie doch nicht die Sexualität bewiesen. Die Befruchtung der Pflanzen geschehe erst in der Erde, wie überhaupt die Pflanze nur durch äuseren allgemeinen Befruchtungsreiz lebe. Der Pollen sei zwar nicht das befruchtende männliche Wesen der Pflanze, darum jedoch kein überflüssiges Organ. In ihm sei das Moment der Reife, des Todes, woraus die Verjüngung sprosse, auf die Höhe der Entwickelung gekommen.“ Ueber seine Theorie erhob sich ein heftiger Streit, der Jahrzehnte hindurch fortgesetzt wurde, eine zahlreiche Literatur hervorrief und den Dr. Henschel veranlasste, in der Flora von 1820 einen förmlichen Aufruf an die deutschen Botaniker zu erlassen, in welchem er aufforderte, den Beweis des Pflanzengeschlechts neu zu begründen. Eine solche Begründung wurde denn auch von Mehreren, namentlich C. Sprengel und Treviranus unternommen. (1. Versuche und Beobachtungen über das Geschlecht der Pflanzen der Pflanzen von E. Menz, herausgegeben von C. Sprengel, Leipzig 1822 2. Treviranus, über die Erzeugung durch 2 Geschlechter im Pflanzenreiche. 1821. 3. Treviranus, die Lehre vom Geschlechte der Pflanzen in Bezug auf die neuesten Angriffe. 1822.)

Die Lehre ist aus dem Streite siegreich hervorgegangen, ja sie wird von keinem Botaniker mehr bezweifelt. Freilich ist dabei nicht gerade eine völlige Uebereinstimmung mit denjenigen Vorgängern ins Auge gefasst, welche bei der thierischen Zeugung Platz greifen, wohl aber das Wesen der Sexualität darin befunden, dass im Verlaufe der Entwickelung der Pflanze zweierlei Zellen erzeugt werden, die einzeln für sich nicht weiter entwickelungsfähig sind, aus deren materiellen Vereinigung aber ein neues Pflanzengebilde als entwickelungsfähiges Product hervorgeht. Während man aber die Thatsachen im vorigen Jahrhundert bereits richtig erkannt hatte, musste es den damaligen Forschern jedoch misslingen, die Art und Weise, wie die Befruchtung erfolgt und die einzelnen Vorgänge genauer aufzuklären. Der Gebrauch des Microscops war derzeit sehr beschränkt und unvollkommen, erst nach Vervollkommnung dieses wichtigen Instruments ist es in diesem Jahrhundert möglich gewesen nach Aufwand unendlicher Arbeit vieler Forscher, über den inneren Bau der Gewächse und damit zusammenhängend über die Erscheinungen des Wachsthums und der Fortpflanzung klarere Anschauungen zu gewinnen. Mit unermüdlichem Fleisse hat man namentlich in letzter Zeit die

allmählige Entwickelung der Pflanzen Schritt für Schritt zu verfolgen gesucht, und obwohl man vielfach auf Abwege gerathen war, dennoch schliesslich den richtigen Weg entdeckt und Resultate gewonnen, die namentlich bezüglich der Cryptogamen im höchsten Grade überraschen.

Nachdem ich in Vorstehendem die Entwickelung der Lehre über die Sexualität der Pflanzen bis auf unsere Zeit verfolgt, werde ich jetzt zum andern Theile meiner Darstellung übergehen und zeigen, wie sie ist, d. h was die heutige Wissenschaft uns über die Fortpflanzung lehrt und zwar zunächst der sog. phaneroganischen Pflanzen.

Nach dem, was ich oben über den Begriff der Sexualität angeführt habe, sind zweierlei Arten von Zellen bei der Fortpflanzung in Betracht zu ziehen. Die eine Zelle verhält sich bei der Vereinigung activ, wobei sie ihre selbstständige Existenz verliert, die andere verhält sich passiv, indem sie die Substanz jener in sich aufnimmt und die überwiegende Masse des ersten Bildungsmaterials für das unmittelbare Product der Vereinigung liefert. Die active Zelle wird als das männliche, die passive als das weibliche Organ betrachtet. Die Pollenkörner der Phanerogamen stellen uns das männliche Organ dar. Sie bestehen aus einfachen Pflanzenzellen von verschiedener meist rundlicher oder ovaler Form, welche im Innern der Staubbeutel (Antheren) sich entwickeln, indem sie innerhalb des Zellgewebes, welches die Antherenfächer ausfüllt und zwar innerhalb bestimmter Zellen, s. g. Mutterzellen, dadurch sich bilden, dass der Inhalt jener Mutterzellen sich zu einzelnen Portionen in Form von Kernen zusammenballt, welche Kerne dann durch wiederholte Zweitheilung in 4 zerfallen, die sich abrunden, schliesslich mit einer Zellhaut umkleiden und zu wirklichen Pflanzenzellen werden. Das Zellgewebe der Antheren, welches den Pollen enthält, zerreisst später und wird aufgelösst; die vorher geschlossenen Fächer der Antheren öffnen sich in verschiedener Weise durch Längsspalten, Löcher, Klappen etc., und der reife Pollen kann austreten und verstäuben. Die Pollenkörner sind mit 2 verschiedenen Häuten umkleidet, einer äusseren (Exine), welche häufig mit Warzen, Leisten, Kämmen, Stacheln besetzt, oft durch rundliche Löcher unterbrochen, auch durch eine ölige Flüssigkeit klebrig ist, wodurch die Anheftung des Pollens an fremden Gegenständen erleichtert wird, und einer inneren quellungsfähigen, ausserordentlich ausdehnbaren Membran, der s. g. Intine. Auch erwähne ich schon hier, dass die Pollenkörner als Analogon der Microsporen höherer Cryptogamen anzusehen sind.

Das weibliche Geschlechtsorgan der Phanerogamen besteht nur bei wenigen Familien (Cycadeen, Coniferen und Gnetaceen) aus einer nackten Samenknospe; bei den meisten finden sich geschlossene Gehäuse, aus verwachsenen Carpellblättern gebildet, der s. g. Stempel, in dessen Innern die später zum Samen sich ausbildenden Körper (die Eichen oder Samenknospen) in grösserer oder geringerer oft nur einfacher Zahl in einem oder mehreren Fächern eingeschlossen sind. Der Theil des Fruchtknotens, welchem sie unmittelbar ansitzen und welcher durch die verdickten Ränder der Carpelle gebildet wird, heisst Samenleiste (Placenta), welche dazu bestimmt ist, dem Eichen vermittelst eines Stiels, der bei wenigen Pflanzen fehlt, des Nabelstrangs (Funiculus), Nahrung zuzuführen.

Die Eichen entspringen entweder aus den Carpellblättern, aus deren nach innen umgeschlagenen Rändern oder auf deren Flächen und sind dann wandständig, oder sie stehen an der Verlängerung der Blüthenaxe, innerhalb des Fruchtknotens, indem entweder die Scheitelregion der Blüthenaxe selbst zur Samenknospe wird, oder neben oder unter dem Scheitel der Blüthenaxe sich mehrere Samenknospen bilden. Gewöhnlich betrachtet man morphologisch die terminalen als das Schlussgebilde der Axe, die lateralen als Aequivalente ganzer Blätter, die randständigen als Blattverzweigungen, (Fieder-Lappen), die flächenständigen als Blattauswüchse, während Schleiden die Samenknospe unter allen Umständen als die Endigung des Axenorgans betrachtet wissen will, indem er auch die Fälle, wo die Samenknospen den Wandungen des Fruchtknotens angeheftet erscheinen, durch Verästelung der Blüthenaxe, deren flach ausgebreitete Zweige mit den Wandungen verwachsen, zu erklären sucht.

Das Eichen entsteht in der Weise, dass zuerst ein aus Zellen bestehendes Körperchen, der sog. Knospenkern, sich bildet. Dieser wird nach und nach von 1 oder 2 Bedeckungen eingehüllt, welche als ringförmige Umwallung am Grunde des Knospenkerns beginnen, allmählig bis über die Spitze desselben emporwachsen und den Kern ganz einhüllen, jedoch über der Spitze desselben eine kleine Oeffnung, die Mikropyle, lassen. Man unterscheidet bei doppeltem Integumente noch besonders die Oeffnung der äusseren Eihaut als Exostom, die der innern als Endostom. Im Innern des Kerns entsteht frühzeitig, meist im Cambium, durch Vergrösserung einer besonderen Zelle ein Hohlraum, den man als Embryosack bezeichnet und in dem dann nach der Befruchtung der Embryo sich bildet. Indem bei Weiterentwickelung der Samenknospe der Kern oft nicht seine

aufrechte Stellung beibehält, sondern Krümmungen erfährt, wird auch dass Keimloch nicht immer an dem Gipfel der Knospe zu suchen sein, sondern sich dem Anheftungspunkte der Knospe, welcher durch den Nabel erkennbar ist, mehr oder weniger genähert finden.

Die Befruchtung geht nun in folgender Weise vor sich. Wenn der reife Pollen auf die Narbe fällt, so entwickelt sich der Pollenschlauch auf derselben unmittelbar als eine Ausstülpung der Intine, welche die Exine an meist bestimmten, vorgebildeten Stellen durchbricht. Häufig sind solcher Austrittsstellen mehrere oder selbst sehr zahlreiche vorhanden und die Möglichkeit zur Bildung eben so vieler Pollenschläuche aus einem Kern gegeben, doch wächst meist nur einer kräftig fort, um die Befruchtung zu vermitteln.

Dem Italiäner Amici gebührt das Verdienst, i. J. 1823 diese Pollenschläuche zuerst entdeckt zu haben. Die Pollenkörner treiben ihre Schläuche durch den im Griffel befindlichen Canal, oder wo ein solcher nicht vorhanden, durch das lockere s. g. leitende Gewebe im Innern des soliden Griffels hinab bis in die Fruchtknotenhöhle, d. h. die im Innern des Stempels befindliche Höhlung, wo die Eichen sich angeheftet finden. Sie treffen hier auf die Eichen und suchen deren Keimlöcher auf, wobei sie durch verschiedene Vorrichtungen, Haarbüschel, Hervorragungen u. s. w., auf den rechten Weg geleitet werden. Durch die Mikropyle dringen sie ins Innere des Eichens ein und treffen hier entweder direct auf den Scheitel des Embryosackes oder das denselben noch bedeckende Gewebe des Knospenkerns. Sie dringen dann in den Embryosack ein und müssen nöthigenfalls noch durch das den Scheitel desselben überziehende Gewebe des Knospenkerns sich Bahn brechen.

Der Inhalt des Pollenkorns, aus körnigem Protoplasma bestehend, meist gemengt mit zahlreichen Stärkemehlkörnern, wird durch den Pollenschlauch in den Embryosack übertragen. In diesem werden am Mikropylende eine oder mehrere — in der Regel zwei — Zellen, Keimbläschen genannt, kurz vor der Befruchtung gebildet, von denen die eine befruchtet und sich zum Embryo ausbildet, während die andere bald gänzlich aufgelöst wird.

Bei manchen Monocotylen (Crocus, Gladiolus, Zea) und einzelnen Dicotylen z. B. Santalum scheinen die schlauchartig verlängerten Eizellen aus dem Scheitel des Embryosackes weit hinauszuragen und zeigen dann eine Längsstreifung an ihrer Oberfläche, welche Bildung Schacht als Fadenapparat bezeichnete und von ihm für ein Hülfsorgan der Befruchtung gehalten wurde. Durch die neuesten Unter-

suchungen ist indess festgestellt, dass dies ein Homologon der Canalzelle des Archegoniums und des Corpusculums ist.

In etwas verschieden von diesen Vorgängen sind die Befruchtung und Keimbildung bei den Archispermen (Cycadeen, Coniferen, Gnetaceen), aus denen die Metaspermen (Angiospermen) sich differenzirt haben, jedoch lässt sich eine gewisse Uebereinstimmung in allen wesentlichen Punkten nachweisen. Es ist ein Gebilde vorhanden, dass allen Archispermen eigen ist und den Metaspermen fehlt, das s. g. Corpusculum, durch welches die Archispermen sich noch mehr an höhere Cryptogamen anschliessen und einen Uebergang von diesen zu den Metaspermen bilden. Das Corpusculum ist ein im Embryosack befindliches Archegonium, das noch aus Hals- und Bauchtheil besteht, in deren Halstheil noch eine Canalzelle erzeugt wird. Der Pollenschlauch bildet sich nicht aus dem Pollenkorn selbt, sondern aus einer Tochterzelle desselben. Die Befruchtung fällt nicht mit der Bestäubung zusammen, sondern erst Monate hernach, geht auch nicht im Embryosack, sondern im Corpusculum oder sekundären Embryosacke vor sich.

Um die eben gebrauchten Namen, Archispermen und Metaspermen, zu rechtfertigen, muss ich noch Folgendes erwähnen: Bisher fand man den Unterschied zwischen s. g. Gymnospermen und Angiospermen darin, dass bei ersteren keine zum Stempel geschlossenen Fruchtblätter vorhanden seien, also kein echter Fruchtknoten gebildet werde. Die Pollenkörner gelangen also direkt auf den Knospenmund der Samenknospen. Nach Professor Strasburger, der seine neuesten Untersuchungen in seinem Werke: „Coniferen und Gnetaceen“ Jena 1872, veröffentlichte, sind folgende Resultate als die richtigen anzuerkennen: Die ganze Blüthe der Coniferen und Gnetaceen ist auf einen nackten Fruchtboden reducirt, besonders differenzirte Blüthenhüllen wie bei Phaneroganen fehlen. Die einzige Hülle der Coniferenblüthe ist homolog der äusseren Hülle bei den Gnetaceen; die äussere Hülle der Gnetaceen der Fruchtknotenhülle der höheren Phanerogamen; sie ist also ein Fruchtknoten. Diese Fruchtknotenhülle umschliesst bei Coniferen eine nackte Samenknospe, bei den Gnetaceen eine mit 1 oder 2 Integumenten versehene Samenknospe. Diese Integumente der Samenknospe der Gnetaceen sind homolog den Integumenten der Samenknospe der höheren Phanerogamen, werden aber noch in aufsteigender Richtung angelegt, das innere später als das äussere. Die Fruchtknotenwandung wird in beiden Familien von 2 Carpellblättern gebildet. Diese treten getrennt auf, um sich bald mit ihren Rändern

zu vereinigen, nur in seltenen Fällen sind sie von Anfang an verschmolzen.

Nach diesen Ergebnissen dürfte es kaum gerechtfertigt erscheinen, den Namen Gymnospermen für diese Abtheilung des Pflanzenreichs zu behalten und die höheren Phanerogamen als Angiospermen ihr gegenüberzustellen.

Zwar giebt es auch andere Namen, die so zu sagen rudimentär geworden sind, d. h. ihre frühere Bedeutung verloren haben und trotzdem fortbestehen, z. B Cryptogamen, Rhizocarpeen, und könnte dies für die Beibehaltung des alten Namens sprechen, allein um die falsche Auffassung der Bedeutung des Wortes Gymnospermen zu verhindern, schlägt Strasburger die obenerwähnten Namen vor, indem er die zeitliche Aufeinanderfolge allein in Betracht zieht und die beiden Abtheilungen der Samenpflanzen einfach als „die ursprünglichen oder ersten" und als die „späteren Samenpflanzen" bezeichnet. Daher nennt er die früheren Gymnospermen jetzt Archispermen, die Angiosp. Metaspermen. Mit der Zeit wird sich herausstellen, ob jene Bezeichnungen allgemeine Anerkennung und Eingang finden werden oder nicht.

Ueber die sehr complicirten Vorgänge bei Entwickelung des Embryos bemerke ich noch, dass im Embryosack sich mit der Entwickelung des Embryos häufig noch ein anderes zelliges Gewebe ausbildet, als Endosperm bezeichnet, welches oft im reifen Samen den grössten Theil des Innern ausmacht, während der Embryo nur einen kleinen Theil ausfüllt. Als Beispiel führe ich unsere Getreidekörner an, deren Endosperm das Mehl liefert. Das Endosperm tritt bei den Metaspermen aber erst nach vollendeter Befruchtung auf, wodurch diese sich von den Archispermen unterscheiden.

In anderer Weise hat Schleiden die Entstehung des Embryo dargestellt, obwohl seine Ansicht vielen Widerspruch gefunden hat. Schon Samuel Morland hatte 1703 behauptet, dass das Pollenkorn selbst durch den Griffelkanal hinabsteige und in der Samenknospe zum Embryo werde, und auch Geoffroy hatte ähnliche Ansichten geäussert. Diese Ansicht wurde bereits 1721 durch Vaillant schlagend widerlegt Auch Schleiden verwirft diese Ansicht, gelangt jedoch ebenfalls zu dem Resultate, dass der Pollen es sei, welcher den Embryo bilde. Der Pollenschlauch, welcher zum Keimsacke hinabgestiegen, soll nach ihm die Haut, welche den Gipfel des Keims bildet, vor sich herdrängen und dieser Theil in Form einer kleinen Tasche das Embryobläschen bilden. Der Pollenchlauch soll sodann am unteren in den Gipfel des Knospenkerns eingetretenen Ende Zellgewebe entwickeln. Dadurch, dass in diesen Zellen neue Zellen

entstehen u. s. f., das Keimbläschen zuletzt unter allmähliger Volumenvergrösserung und unter Resorption der Mutterzellen zu einem kleinen rundlichen oder eiförmigen, zelligen Körper, dem Embryo, anschwellen, während der Pollenschlauch sich abschnürt und resorbirt wird. Auf diese Weise würde also das untere verdickte Ende des Pollenschlauchs den Embryo selbst erzeugen, während das Eichen demselben nur den Ort der Entwickelung durch Zuführung von Nahrung böte. In welcher Weise Schleiden diese Theorie ausgebeutet hat, um darnach den Unterschied zwischen phanerogamischen und cryptogamischen Gewächsen genauer festzustellen, werde ich noch später auszuführen Gelegenheit nehmen. Im Allgemeinen bemerke ich an dieser Stelle, dass er den Unterschied zwischen Phanerogamen und Cryptogamen darin findet, dass die Sporen der letzteren sich an der Stelle, wo sie sich befinden, zur neuen Pflanze entwickeln können, während die Pollenkörner der Phanerogamen erst durch den vorbereitenden Aufenthalt in dem Eichen ihre keimende Kraft erlangen.

Ein Grundsatz, welcher unter Anderen auch von Darwin besonders hervorgehoben und näher erläutert ist, verdient bei dem Geschlechtsleben der Pflanzen besondere Beachtung. Es scheint nämlich die Erfahrung in jeder Weise zu bestätigen, dass bei Thieren und Pflanzen die Kreuzung zwischen verschiedenen Varietäten derselben Art Stärke und Fruchtbarkeit verleiht, während andererseits enge Inzucht dieselbe vermindert Die geschlechtliche Vereinigung zu nahe verwandter Sexualzellen ist für die Erhaltung der Thiere und Pflanzen nachtheilig. Wie daher Heirathsverbote die eheliche Verbindung von Menschen, die in nahem Verwandtschaftsgrade stehen, verhindern sollen, so macht sich in der Natur das Streben geltend, nur Sexualzellen von möglichst entfernter Verwandtschaft zur geschlechtlichen Vereinigung zuzulassen. Auch bei hermaphroditischen Thieren vereinigen sich regelmässig 2 Individuen zur Reproduction. Von den verschiedenen bei den Pflanzen dieserhalb getroffenen Einrichtungen besteht die einfachste darin, dass die beiden Geschlechter auf verschiedene Pflanzen vertheilt sind oder doch auf verschiedene Zweige derselben Pflanze, bei den diöcischen und monöcischen Gewächsen. Wo sich, wie bei allen hermaphroditischen Blüthenpflanzen, beide Geschlechter in derselben Blüthe vereinigt finden, sind demnach häufig Vorkehrungen getroffen, dass auf gewöhnliche und mechanische Weise die Befruchtung durch den Pollen derselben Blüthe nicht möglich ist oder doch nicht nothwendig zu geschehen braucht. Hierher gehört die Dichogamie, d. h.

die ungleichzeitige Entwickelung beider Geschlechtsorgane innerhalb eines und desselben Geschlechtsapparats. Hier müssen die dicht neben einander erzeugten Sexualzellen zu verschiedener Zeit functionsfähig werden, können also nicht zusammenwirken und die männliche muss sich mit der weiblichen einer anderen Blüthe vereinigen, (Compositen.)

Bei einigen Phanerogamen (Veilchen, Orchideen) entwickeln sich zwar die Geschlechtsorgane gleichzeitig, allein es sind mechanische Einrichtungen vorhanden, welche es verhindern, dass der Pollen auf die Narbe derselben Blüthe gelangen kann. In anderen Fällen ist zwar nachgewiesen, dass der Pollen allerdings auf die Narbe derselben Blüthe gelangen kann, dort aber nicht befruchtend wirkt, während er auf die Narbe anderer Blüthen gebracht, seine befruchtende Function vollständig erfüllt. Besonders auffallend ist noch der Umstand, dass bei einigen Orchideen (Notylia, Oncidium) die Bestäubung der Narbe mit den Pollenkörnern derselben Blüthe eine geradezu giftige Wirkung ausübt.

Eine andere dahin zielende Einrichtung ist die s. g. Heterostylie. Die Exemplare derselben Pflanzenart sind in diesem Falle bezüglich ihrer Geschlechtsorgane verschieden. Das eine Exemplar bildet ausschliesslich Blüthen mit langem Griffel und kurzen Filamenten, das andere ein kurzes Pistill mit langen Staubfäden, beide mit verschieden grossen Pollenkörnern. Ja es giebt trimorphe Pflanzen, die 3 verschiedene Formen bieten und in der Länge ihrer Pistille und Staubfäden, in der Grösse und Farbe ihrer Pollenkörner verschieden sind (Linum perenne ist dimorph, Lythrum Salicaria trimorph)

In diesen Fällen ist es zur Befruchtung nöthig, dass der Pollen der macrostylen Blüthe auf die Narbe der microstylen und umgekehrt, der Pollen der microstylen Blüthe auf die Narbe der macrostylen fällt. Bei den trimorphen Arten sind zusammen 6 Arten von Staubfäden und 3 Arten Pistille vorhanden. Darwin und andere Beobachter stellen hier das Gesetz auf, dass, um vollständige Fruchtbarkeit zu erreichen, es nöthig sei, die Narbe der einen Form mit Pollen aus den Staubfäden der correspondirenden Höhe in der anderen Form zu befruchten. Darnach wären bei dimorphen Arten 2 Begattungen fruchtbar, (Darwin nennt sie legitim), 2 mehr oder weniger unfruchtbar (illegitim), bei trimorphen Arten 6 Begattungen legitim, 12 illegitim.

Allein, wenn die Uebertragung des Pollens einer Blüthe auf die Narbe einer anderen in so vielen Fällen zur Befruchtung nöthig ist, wie wird sie bewerkstelligt?

Es ist das Verdienst des bereits erwähnten Chr. C. Sprengel durch sein 1793 erschienenes Werk: „Das entdeckte Ge-

heimniss der Natur im Bau und der Befruchtung der Blumen“ zuerst nachgewiesen zu haben, dass in den meisten Fällen dies Geschäft den Insecten zufällt Sie verrichten dies Geschäft unwillkührlich, und dem Zwecke dienen besonders die bereits erwähnten Nectarien, deren hohe Bedeutung für das Pflanzenleben daraus zugleich erhellt. Das Insect wird durch seinen Instinkt getrieben, den Honig aufzusuchen und in die Blüthen einzukriechen Die Lage der meist tief im Grunde der Blüthe versteckten Nectarien, sowie die Grösse, Form, Stellung der einzelnen Blüthentheile während der Zeit der Bestäubung sind darauf berechnet, dass das Insect bestimmte Stellungen einnehmen, bestimmte Bewegungen ausführen muss, um zum Nectar zu gelangen, und dass es dabei die Staubbeutel auf eine Weise berührt, dass der Pollen an dem mit Haaren bekleideten Körper des Insects an Rüssel, Füssen u. s. w. hängen bleibt. Beim Einkriechen des Insects in andere Blüthen bei ähnlichen Stellungen und Bewegungen desselben muss dann der Pollen auf der Narbe einer anderen Blüthe abgestreift werden. Dem Zwecke besonders entsprechend würde es sein, wenn die Beobachtung richtig ist, dass die Bienen bei jedem Ausfluge nur eine und dieselbe Pflanzenart besuchen. Sprengel vermuthet, und Darwin bestätigt die Vermuthung, dass die Pracht der Blüthenfarben und die s. g. Strahlenblumen bei Dolden, Compositen u. a. darauf mit berechnet sind, die Insecten zum Besuche der Blüthen anzulocken. Darwin nennt die Randblüthen sogar Landungsplätze der Insecten.

In geringerem Masse als den Insecten wird dem Winde Antheil an der Uebertragung des Pollens von einer Blüthe zu anderen zuzuschreiben sein. Bei vielen Pflanzen springen die Antheren plötzlich auf und schnellen den Pollen als leichte Staubwölkchen in die Luft, deren Schwingen sie den weiblichen Organen zutragen. Dahin gehören wohl die bereits erwähnten Beobachtungen, dass weibliche Pflanzen des Bingelkrauts fruchtbar wurden, nachdem männliche in denselben Garten, wo jene standen, versetzt wurden. Beim Roggen werden die Staubgefässe aus den einzeln sich öffnenden Blüthen der Aehre hervorgetrieben, und die Antheren hängen an langen Filamenten aus den Spelzen hervor. Ihr Pollen muss auf die Narben tiefer stehender Blüthen derselben Aehre oder benachbarter Halme fallen. Die im Winde hin- und herschwankende Bewegung der Halme befördert dann die Uebertragung des Pollens von Blüthe zu Blüthe. Dem Winde ist die Uebertragung des Pollens vorzugsweise da überlassen, wo Nectarien fehlen, und die Insecten deshalb die Pflanzen nicht aufsuchen.

Allerdings kommen auch Blumen vor, deren Befruchtungsorgane so enge eingeschlossen sind, dass eine Selbstbefruchtung derselben Blüthe unvermeidlich erscheint, z. B. bei manchen Schmetterlingsblumen. Auch ist bereits oben bemerkt, dass sich bei einigen Blüthen eine Annäherung der Staubfäden zum Pistill zur Zeit der Verstäubung des Pollens bemerkbar macht, ja dass anscheinend zum Zwecke der Selbstbefruchtung reizbare Staubfäden plötzlich zum Pistille emporgeschleudert werden, wie bei Berberis. Aber auch hier ist nicht zu vergessen, dass die Insecten durch Einkriechen in enge Blüthen wenigstens einen Theil des Pollens anderen Blüthen zuführen und durch ihre Berührung das Emporschnellen der reizbaren Staubfäden veranlassen und einen Theil des Pollens dabei ihren Körpern anhaften und weitertragen. Dennoch bleibt eine Anzahl Blüthen übrig, bei denen ausschliesslich Selbstbefruchtung möglich scheint. Dahin gehören die kleinen verborgenen Blüthen, welche neben normalen grossen an derselben Pflanze auftreten, die sich niemals öffnen und deren Pollen aus den Antheren unmittelbar auf die Narbe derselben Blüthe gelangt, von dort seine Schläuche hinabsendet und die Samenknospe befruchtet. (Viola). Oft sind hier die grossen Blüthen unfruchtbar, z. B. bei Viola, so dass die Fortpflanzung auf den kleinen allein beruht. Auch ist bekannt, dass der Pollen, auf die Narbe derselben Blüthe gebracht, bei einigen Pflanzen doch befruchtend wirkt, obgleich man beobachtet haben will, dass dann weniger gute Samen erzeugt werden, als wenn Kreuzung stattgefunden hat. Diese Pflanzen erscheinen als Ausnahme von dem allgemeinen Gesetze, und Darwin nimmt an, dass auch bei ihnen wenigstens von Zeit zu Zeit eine Kreuzung der Individuen zur Erhaltung der Art nothwendig ist.

Wenn es richtig ist, dass der Pollen in einer überwiegenden Anzahl von Fällen von Blüthe zu Blüthe getragen wird, so ist es wohl zweiffellos, dass der Pollen einer Pflanzenart sehr häufig auf die Narben einer anderen gelangt, und man könnte hieraus die Befürchtung entnehmen, dass allzuviele Bastarde erzeugt würden, und dass im Verlaufe nicht allzulanger Zeit Genus- und Species-Unterschiede im Pflanzenreiche bis zur Unkenntlichkeit verwischt würden. Diese Mischung tritt jedoch nicht ein, und die Bastardbefruchtung ist in freier Natur eine nicht sehr häufig vorkommende, wenngleich sie nicht ganz ausgeschlossen ist. Die Erscheinung ist dadurch zu erklären, dass, wenn man den Pollen der eigenen und den einer anderen Pflanzenart zugleich auf die Narbe bringt, der erstere eine so über-

wiegende Wirkung ausübt, dass er jeden Einfluss des fremden Pollens völlig zerstört. Sehr ausgedehnt ist jedoch Gebrauch von der Bastardbefruchtung in neuerer Zeit durch Gärtner gemacht worden, indem, um Novitäten zu erzielen, der Pollen einer Pflanzenart künstlich auf die Narbe einer anderen übertragen ist, nachdem zuvor die Staubfäden der eigenen Art sorgfältig entfernt sind. Auch von Gelehrten sind über die Erfolge der Bastardbefruchtung zahlreiche Versuche angestellt worden, z. B. von Koelreuter, W. Herbert, Gärtner, Wichura, Nägeli

Ich wende mich jetzt zu den s. g. Cryptogamen. Wie schon der Name besagt, werden an diesen etwa vorhandene Geschlechtsorgane nicht mit derselben Deutlichkeit, wie bei den s. g. Phanerogamen, erkannt, und man hat vielfach an ihrem Vorhandensein gezweifelt. Seit lange ist es freilich bekannt, dass sie sich durch bestimmte Zellen fortpflanzen, die man mit dem allgemeinen Namen „Keimkörner“ oder „Sporen“ bezeichnet hat. Häufig hat man sie den Samen der phanerogamischen Gewächse gleichgestellt, jedoch mit Unrecht. Denn während die Samen der phan. Pflanzen den von verschiedenen zelligen Häuten eingeschlossenen Embryo der neuen Pflanze enthalten, an welchem bereits die ersten Anfänge des Stammes, der Wurzel, der Blätter deutlich erkennbar sind, bestehen die Sporen nur aus einer Zelle oder aus einem mehrzelligen Körper mit einem körnigen und flüssigen Inhalt, der noch nicht die Gestalt eines Embryos erkennen lässt. Es sind Zellen, die aus dem organischen Verbande der Pflanze abgelösst werden und selbsständig einen neuen Entwickelungsprozess einleiten und ein Pflanzengebilde hervorbringen, welches dem sie erzeugenden gleich oder ungleich sein kann. Regelmässig geht aus der Spore der Cryptogamen die gleiche Pflanze nicht direct hervor, wie ich noch näher erörtern werde.

Die Spore gleicht in ihrer Structur durchaus dem Pollenkorn. Gleich diesem treibt sie an bestimmten Stellen Schläuche hervor, die ein der jungen Pflanze völlig unähnliches, oft fädiges Zellgewebe erzeugen, aus welchem erst nach Verlaufe längerer oder kürzerer Zeit die neue Pflanze durch Sprossung hervorgeht. Die Aehnlichkeit der Spore mit dem Pollenkorn gab Schleiden zu der bereits erwähnten Theorie Anlass, durch welche er den Unterschied zwischen phan. und cryptog. Gewächsen festzustellen suchte. Nach ihm besteht der Unterschied, wie schon erwähnt, darin, dass die Sporen der Cryptogamen an der Stelle, wo sie sich befinden, zur neuen Pflanze sich entwickeln können, während die Pollenkörner der Phanerogamen erst des Aufenthalts in

dem Eichen zur Vorbereitung bedürfen und erst hierdurch die Entwickelung des Embryo möglich wird.

Die Sporen entstehen ohne vorhergehende Blüthenbildung und zwar entweder in der Substanz des Thallus selbst und als integrirende Gewebetheile desselben, oder sie sind noch von besonderen, vom vegetativen Pflanzenkörper unterschiedenen Fructificationsorganen umschlossen, welche bald in das Lager eingesenkt, bald auch äusserlich deutlich von ihm unterschieden erscheinen. Es zeigt sich hier die grösste Mannigfaltigkeit, und ich brauche hier nur an die knolligen Gehäuse der Rhizocarpeen, an die einfachen oder verästelten Aehren der Ophioglosseen, an die schildförmigen Sporangienblätter, welche die Aehre der Schachtelhalme bilden, an die der Rückseite oder den Rändern der Farnwedel in Gruppen angehefteten Sporenbehälter, an die Büchse der Moose, die schüsselförmigen Behälter (Apothecien) der Flechten, die nur eben durchgebohrten festen Gehäuse (Perithecien) vieler Flechten und Pilze, die hautartig ausgebreiteten sporentragenden Schichten, s. g. Hymenien, vieler Pilze zu erinnern.

Sobald die Lehre vom zweifachen Geschlechte der Pflanzen Eingang gefunden, war man geneigt, die Sporen den Samen gleichzustellen und die Stelle ihrer Erzeugung als das weibliche Organ aufzufassen. Man vermuthet, ja man war fast überzeugt, dass auch das männliche Organ vorhanden sein müsse, und man glaubte es bald in diesem, bald in jenem Theile der crypt. Pflanze entdeckt zu haben. Bei den Laubmoosen hielt man sich namentlich seit Hedwig's berühmten Werken: „Fundamentum historiae naturalis muscorum frondosorum, Leipzig 1782“ und „Theoria generationis, Leipzig 1798,“ überzeugt, dass bestimmt gestaltete in den Blattwinkeln oder an der Spitze von Zweigen sich findende fädige oder klebrige Zellenkörperchen das männliche Organ seien und nannte sie Antheridien. Man theilte in systematischen Werken hiernach die Moose in diöcische, monöcische und wurden jene Theile als das männliche Organ, die Büchse als das weibliche bezeichnet Und doch ist jene Vorstellung irrig. Es darf als festgestellt gelten, dass die eigentlichen Sporen der Cryptogamen geschlechtslos entstehen. Sind darum die Cryptogamen wirklich geschlechtslos? Nichts weniger als das. Es ist in den letzten Jahrzehnten gelungen, geschlechtliche Vorgänge auch bei Cryptogamen nachzuweisen, welche die überraschendsten Einblicke in ihr Geschlechtsleben gestatten. Die unendlich mühsamen und zeitraubenden Beobachtungen unermüdlicher Forscher beziehen sich zur Zeit allerdings schon auf recht viele Pflanzen, und

doch ist es kaum schon jetzt gestattet, alle beobachteten Vorgänge unter allgemeine Regeln zu stellen, zumal jetzt klar ist, dass wir es zum Theil mit einfachen, zum Theil jedoch mit sehr complicirten Vorgängen zu thun haben, die unter keinen Umständen auf alle Cryptogamen gleichmässig zur Anwendung gebracht werden können, dass vielmehr die erstaunlichste Mannigfaltigkeit herrscht, die selbst bei ganz nahe verwandten Pflanzen die grössten Verschiedenheiten aufweist, so dass es nöthig erscheint, die verschiedenen Familien, Geschlechter, ja selbst Arten einer Untersuchung zu unterziehen, ehe es gelingen kann, über den Bereich von Vermuthungen und Wahrscheinlichkeiten hinauszukommen. Ich begnüge mich, einige der wichtigsten Vorgänge hervorzuheben, wobei ich bemerke, dass man als sexuelle Erscheinungen diejenigen betrachtet, wo durch Vermischung der befruchtenden Substanz der männlichen Zelle mit dem Protoplasma der weiblichen diejenigen Zellen entstehen, welche zur Fortpflanzung der Art geeignet sind.

1. Einer der einfachsten Vorgänge der geschlechtlichen Vereinigung bei Cryptogamen ist die sog. Copulation. Sie besteht darin, dass 2 anscheinend gleichartige und gleichgrosse Zellen sich einander nähern, schliesslich mit einander verbinden und zu einer s. g. Zygospore sich verschmelzen. Es können dies 2 frei schwimmende Zellen sein, wie bei Volvocineen oder unbewegliche, wie bei den Diatomeen und Conjugaten. Bei den Conjugaten, einer zahlreiche Arten umfassenden Algengruppe, welche aus einer Anzahl fadenförmig an einandergereihten Zellen bestehen, nähern sich 2 Zellen derart, dass sie gegeneinander Aussackungen bilden, die endlich zusammentreffen und von einer Zelle zur andern eine Brücke darstellen. Indem die trennenden Zellhäute an der Berührungsfläche resorbirt werden, entsteht zwischen beiden ein continuirlicher Zusammenhang, der Inhalt der einen Zelle tritt in die andere über und der zusammengeflossene Inhalt beider bildet eine kugelige Masse, die Zygospore, welche sich mit einer Zellhaut überkleidet und zur Fortpflanzung der Art geeignet ist.

Aehnlich ist der Vorgang bei 2 Arten von Mucorinen (Rhizopus nigricans und Syzygites megalocarpus) beobachtet. Hier grenzt sich das der andern zugekehrte Ende einer jeden in Berührung gekommenen und keulig verdickten Zelle durch eine obere Querwand als besondere Zelle ab. Die trennende Scheidewand beider ursprünglich vereinigten Zellen verschwindet allmählich und die beiden benachbarten Zellen verschmelzen zur Zygospore. Bei diesen Vorgängen ist es nicht statthaft, die eine Zelle als männliche, die andere als

weibliche zu unterscheiden. Allenfalls könnte man diejenige, in welcher die Zygospore entsteht, als die weibliche ansehen.

2. Noch sicherer ist hierher der Vorgang zu rechnen, wie er sich bei Saprolegnia, einem auf und in Insekten schmarotzenden Fadenpilze, zeigt. Am Ende kurzer Fäden bilden sich kugelig anschwellende protoplasmareiche Zellen (Oogonien), in welchen der Protoplasmainhalt in einzelne Portionen zerfällt und diese sich zu Kügelchen abrunden. Von den benachbarten Fäden wachsen dünne cylinderisch gekrümmte Zweige gegen das Oogonium hin und schmiegen sich demselben zuletzt dicht an. Ihre Spitze grenzt sich zu einer besonderen Zelle (Antheridium) ab. Jedes Antheridium treibt dann einen oder mehrere schlauchförmige die Wand des Oogoniums durchbohrende Fortsätze in das letztere hinein und lässt seinen Inhalt in Form kleiner beweglicher Körperchen ins Oogonium eintreten, worauf sich die im Oogonium befindlichen Kügelcheu mit einer Zellhaut umkleiden und zur Fortpflanzung der Art geeignete Oosporen werden.

Aehnlich ist der Vorgang bei Peronospora beobachtet, der besonders dadurch ein besonderes Augenmerk auf sich gezogen hat, als man eine Art, P. infestans, jetzt ziemlich unbestritten als die Ursache der gefürchteten Kartoffelnkrankheit betrachtet.

3. Auch bei der Gattung Erysiphe, einer Pilzgattung, welche anf Pflanzen schmarotzend die als Mehlthau bekannten Ueberzüge bildet und deren eine Art die Traubenkrankheit veranlasst, sind als geschlechtlich anzusehende Vorgänge beobachtet. Da wo 2 Fäden des Pilzes auf der Oberfläche des befallenen Pflanzentheils sich kreuzen, entsteht das s. g. Perithecium, welches bei der Reife als ein derbwandiges Gehäuse sich darstellt, in dessen Innern die Sporenschläuche liegen. Beide Fäden schwellen an der Kreuzungsstelle an und jeder treibt eine senkrecht zur Oberfläche gestellte Aussackung. Die des unteren Fadens erhält ovale Form und grenzt sich als besondere Zelle (Eizelle) ab Die Aussackung des oberen Fadens wächst der Eizelle dicht angeschmiegt, zu einem schmalen cylindrischen Schlauche aus, der am Scheitel stumpf endigt und dessen abgestumpftes Ende sich durch eine Querwand zum Antheridium abgrenzt. Dann beginnen neue Zellbildungen in der Umgebung der Eizellen und in letzteren selbst. Aus dem Tragfaden der Eizelle wachsen 8—9 stumpfe Schläuche hervor und verlängern sich, bis sie mit ihrer Spitze über der Eizelle zusammentreffen. Die Eizelle ist mittlerweile angeschwollen und theilt sich in eine centrale Zelle, die von einer Lage kleinerer umgeben wird.

Die centrale Zelle bildet dann die sporenbildenden Schläuche, die sie umgebende Schicht die innere Wand des Gehäuses. Hier scheint die Berührung des Antheridiums mit der Eizelle zur Befruchtung hinzureichen.

4 Am merkwürdigsteu sind diejenigen Erscheinungen bei cryptogamischen Pflanzen, welche in auffallender Weise an thierische Zeugung erinnern, und welche, wenn auch in mannigfaltiger Weise modificirt, bei der überwiegenden Mehrzahl der Classen die regelmässige Art und Weise der geschlechtlichen Vereinigung bilden. Auch hier wird die Befruchtung durch 2 besondere Zellbildungen, die man als Oogonien und Antheridien unterscheidet, eingeleitet. Die Oogonien sind Zellen, in denen sich der Inhalt zu einzelnen Massen, s. g. Befruchtungskugeln, gruppirt Die Antheridien enthalten ein Zellgewebe, in welchem sich die befruchtenden Körper in Form von Spermatozoiden bilden. Diese Spermatozoiden schwärmen zu bestimmter Zeit aus und gelangen zu den Oogonien, in welche sie durch eine kleine Oeffnung einschlüpfen. Bei den Moosen und Gefässcryptogamen nennt man das weibliche Organ Archegonium.

Die Form der Spermatozoiden ist sehr verschieden und wesentlich darauf berechnet, die richtige Bewegung zu vermitteln, den befruchtenden Stoff in einer den jeweiligen Verhältnissen entsprechenden Weise zur weiblichen Zelle hinzutragen Oft stellen sie dünne schraubig gewundene Fäden dar, wie bei den Moosen, oft sind es rundliche oder ovale Zellkörper mit Cilien versehen, im äusseren Ansehen den Samenthierchen der Thiere nicht unähnlich. Sie sind bei einigen Familien beweglich und kreisen eine zeitlang rasch umher, oft so, dass das Auge nicht zu folgen vermag; oft haben sie keine active Bewegung, und nur das Wasser bringt sie an den Ort ihrer Bestimmung (Florideen).

Ferner muss ich eine Beobachtung hervorheben, die erst der neuesten Zeit entstammt und alle bisherigen Ansichten über das Geschlechtsleben der Cryptogamen völlig umgestaltet hat. Man hat nämlich ermittelt, dass sowohl geschlechtliche als geschlechtslose Fortpflanzung bei manchen Cryptogamen statt findet, dass beide Fortpflanzungsarten regelmässig mit einander abwechseln, und dass das Product der einen und anderen Fortpflanzung ein verschiedenes ist. Nur bei manchen Algen und Pilzen kommt (soviel man jetzt weiss) vor, dass alle aufeinander folgenden Generationen gleichartig sind und gleichartige Fortpflanzungszellen erzeugen. Schon bei vielen Thallophyten und bei allen Muscinen und Gefässpflanzen sind die auseinander hervorgehenden Generationen unter sich verschieden. In solchen

Fällen können zunächst mehrere gleichartige Generationen auf einander folgen, deren letzte eine ungleichartige hervorbringt, die dann wieder eine Generation der ersten Art erzeugt; oder es folgen nach und nach 3 selbst 4 verschiedene Formen auf einander, bis wieder die erste erscheint, wobei sich die eine Form mehrfach wiederholen kann. Der bei Thallophyten häufiger, bei Prothallophyten ausschliesslich vorkommende Fall ist aber der, dass nur zweierlei Generationsformen mit einander abwechseln. Diese merkwürdige Thatsache des regelmässigen Generationswechsels wurde 1819 von dem Dichter Chamisso auf seiner Weltumsegelung bei den Salpen entdeckt und darauf von anderen Forschern auch bei Pflanzen.

Gehen wir von der geschlechtslos erzeugten Spore aus, so erzeugt dieselbe, wie schon angedeutet, regelmässig nicht direkt wiederum dasjenige Pflanzengebilde, von welchem sie selbst stammt. Sie bildet vielmehr zunächst ein sog. Prothallium, ein der Pflanze, von welcher die Spore stammt, völlig unähnliches, meist unscheinbares, daher früher häufig übersehenes Gebilde von sehr einfachem Bau und einfacher Gliederung. Dieses Prothallium ist es aber, welches beide Geschlechter erzeugt (Archegonien und Antheridien), sei es an demselben Individuum (monöcisch) oder an verschiedenen (diöcisch), und ist daher die aus der geschlechtslosen Spore hervorgegangene geschlechtliche Generation. Durch die Vereinigung der an dieser Pflanze vorhandenen Geschlechter kommt dann die zweite Generation zur Entsehung, welche im gemeinen Leben und auch früher in der Wissenschaft allein als die eigentliche Pflanzenart betrachtet wurde, und welche nur die geschlechtslosen Sporen erzeugt.

Nach dieser allgemeinen Darstellung der geschlechtlichen Vorgänge gehe ich zu den besonderen sexuellen Erscheinungen der einzelnen Classen über.

1. Bei den Algen ist die Art der Fortpflanzung noch nicht in allen Familien hinreichend bekannt, bei vielen aber von ausgezeichneten Beobachtern sorgfältig untersucht und selbst besser bekannt, als irgendwo sonst im Pflanzenreiche. So wie im Aufbau des Vegetationskörpers überhaupt, zeigt sich auch in der Fortpflanzung eine enorme Mannigfaltigkeit. Man kennt die ungeschlechtliche Fortpflanzung bei allen Abtheilungen, die sexuelle bei vielen. In zahlreichen Fällen ist ein Generationswechsel zwischen neutralen und sexuellen Generationen vorhanden.

Die ungeschlechtliche Fortpflanzung wird entweder durch unbewegliche oder bewegliche schwimmende Sporen vermittelt. Unbewegliche neutrale Fortpflanzungszellen finden sich so-

wohl bei den sehr einfach gebauten Rivularien, wie bei den meist hochentwickelten Florideen, hier gewöhnlich als sog. Tetrasporen. Die beweglichen Fortpflanzungszellen, auch Schwärmsporen, Zoosporen, genannt, finden sich häufig bei den grün gefärbten Algen. Sie entstehen durch Zusammenballen des Protoplasmakörpers bestimmter Zellen, erscheinen als rundliche oder ovale Zellen, die an bestimmten Stellen mit Cilien versehen sind, und treten aus deren Mutterzellen in das umgebende Wasser über. Dort bewegen sie sich mit Hülfe der Cilien Minuten, Stunden, ja Tage lang lebhaft rotirend und fortschreitend, bis sie zur Ruhe kommen und keimen.

Schon Treviranus, Chauvin, Hoffmann u. a. hatten bemerkt, dass sich die grüne Substanz in den Zellen durch Heraustreten vermindere und in Gestalt kleiner beweglicher, grüner Kügelchen auf die Oberfläche des Wassers begebe. Die Bewegung der grünen Körperchen fanden sie der gewisser Infusorien ähnlich Sie fanden, dass diese Bewegungen nur eine Zeitlang dauerten, dass die Kügelchen sich irgendwo ansetzten und in die ursprünglichen confervenartigen Formen wieder auswüchsen. Sie waren überzeugt, hier einen Uebergang vom Pflanzen- zum Thierreiche vor sich zu haben, namentlich als die Wimpern beobachtet wurden und Kützing bei Ulothrix zonata in den austretenden Körperchen einen rothen Punkt wahrnahm, den er für einen Augenpunkt hielt.

Die sexuelle Fortpflanzung wird auf verschiedene Weise entwickelt, indem die Geschlechtszellen gleichartig oder ungleichartig sein können. Den ersteren Fall habe ich unter dem Namen der Conjugation schon erwähnt. Im anderen Falle entstehen Oogonien und Antheridien, welche letztere Spermatozoiden erzeugen, die sich von den gleichnamigen Gebilden anderer Cryptogamen dadurch unterscheiden, dass sie niemals schraubige, dünne Fäden darstellen, sondern kurz und wenigstens hinten gerundet sind.

2. Bei den Pilzen ist die Fortpflanzungsweise noch mannigfaltiger als bei den Algen und der Generationswechsel sehr ausgeprägt. Die geschlechtslosen Sporen entwickeln zunächst ein fädiges Gewebe (Mycelium), aus dem später der eigentliche Fruchtkörper, welcher die Sporen entwickelt, und den man im gemeinen Leben als den eigentlichen Pilz betrachtet, hervorgeht Mach den neuesten Beobachtungen darf man die Behauptung aussprechen, dass, wie bei anderen Cryptogamen, so auch bei den Pilzen geschlechtliche Fortpflanzung regelmässig stattfindet und Formen, die man bislang als selbstständige betrachtet hat, nur Glieder eines Generationswechsels sind. Bei der ungeschlechtlichen Fort-

pflanzung ist noch hervorzuheben, dass die Sporen ihrer Entstehung und Form nach sehr verschieden sind und 2, 3 ja 4 verschiedene Sporenformen beobachtet sind an derselben Pflanzenart, die in verschiedenen Generationen abwechseln und als Glieder eines Entwickelungskreises erscheinen.

3. Die Flechten werden nach den neuesten Untersuchungen als echte Pilze (Ascomyceten) betrachtet, welche auf besonderen Algen schmarotzend den complicirten Bau der Flechten erzeugen. Diese Ansicht stützt sich darauf, dass es gelungen ist, Gonidien auch ausserhalb des Thallus zur Entwickelung zu bringen. Die Sporenbildung geschieht nur am Pilzkörper und ist der der entsprechenden Pilzgruppe durchaus analog. Bei ihnen sind geschlechtliche Vorgänge noch nicht beobachtet, da sie aber Spermagonien und Spermatien besitzen, welche denen der Ascomyceten, speciell den Discomyceten, in allen Theilen entsprechen, so darf man eine Vermuthung darauf als wahrscheinlich hinstellen. Die weitere ungeschlechtliche Vermehrung geschieht durch Soredien, die sich im Innern des Thallus bilden und zu neuen Flechten entwickeln können.

4. Mit den Characeen beginnt das Gebiet der zweiten grossen Hauptabtheilung des Pflanzenreichs, welche im Gegensatz zu den Algen, Pilzen und Flechten als Prothalluspflanzen bezeichnet werden. Wie die Flechten den Uebergang von den Pilzen zu den Algen, so vermitteln die Characeen den Uebergang von diesen zu den Moosen. Denn obwohl sie in ihrem Habitus manchen Algen ähnlich sehen, so stehen sie doch den Moosen näher im anatomischen Bau, besonders der Fortpflanzungsorgane und werden diesen neuerdings unmittelbar angereiht. Es tritt hier zuerst ein allerdings nur noch geringen Umfang erreichender Vorkeim (Protonema) auf, aus dem erst die eigentliche Geschlechtspflanze hervorwächst Die geschlechtliche Fortpflanzung wird durch Organe vermittelt, die noch nicht ganz denen der Moose gleichen. Die männlichen Organe können, wie bei anderen Cryptogamen, als Antheridien bezeichnet werden; die weiblichen sind nicht Archegonien, wie bei den höheren Cryptogamen, und werden daher nur als Eiknospen oder Sporenknospen bezeichnet. Diese Sporenknospen stehen bei den Nitellen unter, bei den Charen über oder neben dem Antheridium. Die Antheridie ist kugelig, sitzend und besteht aus 8 Rindenzellen, welche sich zur Zeit der Reife öffnen In ihrem Innern enthält sie zahlreiche Zellfäden, deren einzelne Zellen je einen Samenfaden in sich ausbilden. Diese Spermatozoiden, dünne, schraubig gewundene Fäden,

die an ihrem spitzen Ende 2 lange, feine Cilien tragen, beginnen schon in ihrer Zelle zu rotiren, um dann nach dem Zerfallen des Antheridiums aus ihnen zu entweichen und im Wasser umherzuschwärmen. Die zur Befruchtung reife Sporenknospe ist mehr oder minder lang ellipsoidisch und besteht aus einer grossen, von 5 Zellen umrindeten und gleichsam gekrönten Zelle, die mit Protoplasma, Oeltropfen und Stärkekörnern erfüllt ist. Die Spermatozoiden treten in diese Sporenknospe und bewerkstelligen die Befruchtung. Eine interessante Zeugungsform, die Parthenogenesis, welche durch Siebold bei Insekten nachgewiesen worden, ist auch jüngst bei einer Chara beobachtet und wird durch weitere Beobachtungen sich herausstellen müssen, wie weit dieselbe auf andere Gruppen ausgedehnt ist.

5. Die Lebermoose bilden in schönster Weise den Uebergang von den Thollophyten zu den Cormophyten. Die niedersten Formen besitzen noch in beiden Generationen einen einfachen Thallus, z. B. Riccia, die höheren dagegen, die Jungermannien, beginnen allmählich Stengel und Blatt zu sondern und schliessen sich hierdurch den Laubmoosen an. Die Geschlechtsorgane sind Antheridien und Archegonien und erscheinen zusammen auf demselben oder auf besonderen Individuen. Die Entstehungsweise derselben ist sehr verschieden. Aus der keimenden Spore wird zunächst ein Protonema erzeugt, das allmählich in den Thallus übergeht. Die zweite Generation bildet sich vollständig innerhalb des befruchteten Archegonienbauches aus und geht später aus ihm hervor. Die äussere Form und Gliederung der fertigen Pflanze ist je nach den Gruppen sehr verschieden. Bei Riccia ist es eine dünnwandige Kugel, ganz mit Sporen erfüllt, welche dem Thallus eingesenkt ist; bei Anthoceros eine langgezogene aus dem Thallus hervorragende, zweiklappig aufspringende Schote; bei Marchantia und deren Verwandten eine kurzgestielte Kugel, die neben den Sporen noch die s g. Schleuderer einschliesst und sich unregelmässig zerreissend, mit einem Deckel öffnet; bei Jungermannien erscheint eine Kugel auf einem langen, zarten Stiele, welche in 4 Lappen zerreisst, an welchen die Elateren hängen bleiben. Hier ist also dasjenige, was man früher als Fructificationsorgan der Pflanze ansah, die zweite geschlechtslose Generation.

6 Den Lebermoosen nahe, aber im Allgemeinen bedeutend höher entwickelt, weil sie in keiner Form mehr an die Thalluspflanzen erinnern, und alle einen cylindrischen, beblätterten Stamm besitzen, stehen die Laubmoose. Die Sporen keimen hier ganz ähnlich wie das Pollenkorn, indem

die innere Haut (Sporenhaut) als schlauchförmige Ausstülpung hervortritt, sich durch Spitzenwachsthum verlängert und durch Querwände gliedert, auch sich mehrfach verzweigt. Es entsteht auf diese Weise ein aus dichtverwirrten Fäden bestehender Rasen. Diese Fäden hat man wohl als Mooscotyledonium bezeichnet, weil sie, wie die Samenlappen der Phanerogamen als erste Sprossungen der jungen Pflanze erscheinen. Gewöhnlich wurden sie früher als besondere Arten und Gattungen den Algen eingereiht, und in der That unterscheiden sie sich von den gegliederten Fäden vieler Süsswasseralgen im Wesentlichen nicht. Aus diesen Vorkeimen erheben sich durch seitliche Sprossung die belaubten Stämme der Moose und es verschwindet dann meistens der fädige Vorkeim. Bisweilen ist jedoch derselbe ausdauernd wie bei Phascum.

Die Geschlechtsgeneration wird von der blättertragenden Pflanze selbst gebildet und an ihr entstehen auch die Geschlechtsorgane Sie finden sich gewöhnlich am Ende einer Laubachse, oft umgeben von besonderen Hüllblättern (Perigonien) und gemischt mit verlängerten fädigen Zellen, s. g. Paraphysen, in Form der Blüthe einer phanerogamischen Pflanze zu vergleichen. Innerhalb einer Blüthe können Antheridien mit Archegonien auftreten, oder dieselbe enthält nur eine Art von Geschlechtsorganen. Man unterscheidet darnach monöcische und diöcische Arten. Die in den Antheridien entstehenden Spermatozoiden treten hervor und befruchten die Archegonien. Aus der befruchteten Eizelle geht nun die geschlechtslose Generation hervor, nämlich die Moosbüchse, welche auf einem längeren oder kürzeren Stiele aus dem Archegonium hervorsprosst, wobei letzteres zerreist und die Spitze desselben als Mütze oder Calyptra mit emporgehoben wird und den Gipfel der noch jungen Moosbüchse krönt, während der untere Theil als Vaginula am Grunde der Seta sitzen bleibt. Die Büchse erzeugt dann die geschlechtslosen Sporen und zwar nur in besonders dazu angelegten Räumen zum Unterschiede von den Lebermoosen, bei denen der ganze Innenraum Sporen und Elateren enthält.

Es ist die Auffassung der Moosbüchse als einer dritten Generation eine durchaus neue. Linné verglich die Moosbüchse einer Anthere, spätere Forscher fassten sie durchgängig als das weibliche Organ der Moose auf und erblickten in der reifen Büchse die Frucht. Da es indessen ein Organismus ganz eigener Art ist, so hat man um falsche Analogien auszuschliessen, in der neuesten Zeit den Namen Sporogonium hierfür gewählt.

7. Bei den Farnen im engern Sinne besteht die geschlechtliche Generation aus einem oberirdischgrünen Thallus, d. h. einem lagerartig verbreiteten häutigen Pflanzenkörper, welcher

eine Gliederung in Stamm und Blättern nicht mehr erkennen lässt, ähnlich dem der einfachen Lebermoose z. B. einer Marchantia. An diesen Prothallien entstehen auf der Unterseite zwischen den Wurzelhaaren Archegonien und Antheridien, welche morphologisch betrachtet als Haargebilde anzusehen sind. Durch die in den Antheridien entstehenden Spermatozoiden werden die Archegonien befruchtet, und aus den befruchteten Archegonien sprosst unmittelbar der eigentliche Wedel des Farnkrauts als zweite Generation hervor. Bekannt ist, wie an bestimmten Stellen der Rückseite dieser Wedel oder an deren Rändern in Häufchen oder Längsreihen gruppirt, die sog. Sori hervorbrechen, d. h. diejenigen Kapseln, welche die geschlechtslos erzeugten Sporen enthalten, aus denen wieder die Geschlechtsgeneration hervorgeht.

8. Aehnlich entsteht aus den Sporen der Equiseten ein oberirdisch grünes Prothallium in Form mehrzelliger Lappen, aus deren Rändern die Archegonien und Antheridien meist diöcisch hervorwachsen. Die Befruchtung der Archegonien wird auch hier durch Spermatozoiden vermittelt. Aus dem Archegonium entwickelt sich der gebildete Embryo zu dem aufwärts steigenden Stamme des Schachtelhalms als geschlechtslose Generation. Die sporentragenden Kapseln bilden sich unterhalb schildförmiger Auswüchse, die in meist zahlreichen Quirlen am Gipfel des Hauptstammes oder besonderer Schäfte zuweilen auch an Nebenstämmen ährenförmig vereinigt sind, und die man als eigenthümlich metamorphosirte Blätter betrachtet.

9. Bei den Hydropteriden oder Rhizocarpeen entwickelt sich die geschlechtliche Generation aus zweierlei Sporen, Mikro- und Makrosporen. Die ersteren erzeugen mittelbar oder unmittelbar Spermatozoiden, sind also männlichen Geschlechts, die grösseren erzeugen ein kleines Prothallium, welches innerhalb der Scheitelzelle der Makrospore gebildet wird, erst später aus ihr hervortritt und sich nicht von ihr trennt und ein oder mehrere Archegonien bildet. Aus diesen geht die eigentliche Pflanze in einer nach den Gattungen verschiedenen Weise hervor. An dieser bilden sich die Sporangien in kapselartigen, hohlen, allseitig geschlossenen, gestielten Behältern, deren morphologische Bedeutung nach den verschiedenen Gattungen eine verschiedene, meist jedoch blattartigen Ursprungs ist. Die Kapseln erzeugen theils Mikro-, theils Makrosporen.

10. Die Ophioglosseen erzeugen nur einerlei Sporen. Das Prothallium wird unterirdisch gebildet und besitzt kein Chlorophyll. Sobald die Pflanze ein gewisses Alter erreicht hat, verzweigt sich jedes Blatt, und die eine Hälfte entwickelt

sich zum Sporangienstande. Dessen Sporangien sind somit ganze Blattlappen, deren inneres Gewebe die Mutterzellen der Sporen liefert. Bei der Natternzunge sind die Sporangien in 2 Reihen zu einer einfachen Aehre geordnet und untereinander verwachsen, bei der Mondraute dagegen getrennt und in verästelte Aehren vertheilt. Die tetraedrischen Sporen entwickeln wieder das Prothallium, auf dem Archegonien und Antheridien erzeugt werden.

11. Auch die Lycopodiaceen erzeugen ähnlich wie die Hydropteriden kleine männliche und grössere weibliche Sporen. Die Mikrosporen erzeugen nicht unmittelbar die Mutterzellen der Spermatozoiden, vielmehr formt sich der Inhalt der Mikrosporen zunächst in einen Gewebekörper um, von dessen nicht zahlreichen Zellen nur 2 als Urmutterzellen der Spermatozoiden gelten. Die Makrosporen erzeugen das weibliche Prothallium, innerhalb der Sporen selbst gebildet, und erst spät wird ein Theil desselben bloss gelegt. Auf dem Scheitel des blossgelegten Theiles entsteht das erste Archegonium, aus dem in demselben sich bildenden Embryo geht dann die geschlechtslose Generation hervor.

Vergleicht man die bei den Cryptogamen beobachteten Vorgänge mit der Befruchtung der Phanerogamen, so kommt man zu dem Resultate, dass jene Bezeichnungen für den gegenwärtigen Stand der Wissenschaft vollständig ihre Bedeutung verloren haben und die Unterschiede nur durch Anpassung hervorgerufen sind. Verschiedenheiten bieten sich in der Art und Weise der Uebertragung des Befruchtungsstoffes. Bei den sog. Cryptogamen wird der befruchtende Stoff meist in Form von Spermatozoiden beweglich gemacht und befähigt in die Eizelle vorzudringen, bei den sog. Phanerogamen werden die Pollenkörner selbst durch fremde Kräfte, Wind, Insecten, auf das weibliche Organ übertragen, wo sie wie Sporen keimend, den Pollenschlauch austreiben der bis zum Embryosack hineinwächst und durch Diffusion den gelösten Befruchtungsstoff in die Eizelle übergehen lässt. Die Analogie der Pollenkörner mit der Spore tritt hier, sowie in der Entstehung beider, deutlich hervor. Das Antherenfach, in welchem der Pollen entsteht, hat in seinem anatomischen Bau die grösste Aehnlichkeit mit dem Sporangium der Gefässcryptogamen, und entsteht der Pollen in ähnlicher Weise durch Theilung (in vier Theile durch wiederholte Zweitheilung, oder simultan) der Mutterzellen. Es ist daher als Hauptresultat Folgendes anzunehmen: Die phanerogamische Pflanze mit ihren Pollenkörnern und ihrem Embryosack ist der sporentragenden Generation der heterosporen Gefässcryptogamen äquivalent.